

**PENGARUH VARIASI JENIS AIR DAN KONDISI AKTIVASI DARI
ADSORBEN FLY ASH BATU BARA TERHADAP PRESTASI MESIN
DAN KANDUNGAN EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR
KARBURATOR 4-LANGKAH**

Denfi Efendri¹⁾ dan Herry Wardono²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

Jln. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung

Telp. (0721) 3555519, Fax. (0721) 704947

Email : denfiefendroid@gmail.com

Abstract

The activated fly ash of coal as adsorbent pellets can be used to save fuel consumption. This research is done with some testing that is the runs test (road test and acceleration), stationary and emission testing. Fly Ash pellets packed in a frame and put on the air filter absolute revo 110 cc motorcycle. So before the air filter into the vehicle, it wil be contact with the pellets Fly Ash first. In this study, the most efficient types of water used is H_2Z_{20} and the best conditions was on the temperature $150^{\circ}C$ and activation time of 1 hour with fuel savings in road test reached 12.69%, and fuel economy at a stationary test up to 22.65% and the reduction of travel time (0-80 km/h) of 6.86%. Fly Ash pellets are able to reduce the levels of CO by 76,92 %, 19,57 % for HC levels and raise their levels of CO_2 by 4,36 %.

Keywords : *Fly ash adsorbent pellets, engine performance, exhaust gas emissions*

PENDAHULUAN

Bahan bakar fosil masih menjadi bahan bakar utama di dunia, disisi lain cadangan minyak semakin berkurang sejak tahun 1998 yang dimulai di Rusia, Norwegia, dan China. Hal ini ditegaskan oleh BP Plc. Saat ini cadangan minyak berada di level 1,258 triliun barrel pada akhir tahun 2008, turun dibandingkan 1,261 triliun barrel pada tahun sebelumnya (agusadharry.wordpress.com)

Pemanfaatan dan peningkatan kualitas *Fly Ash* batu bara dari limbah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) mampu membantu mengatasi krisis energi dan polusi udara yang sedang terjadi. Sebagai gambaran, dari pembakaran batu bara PLTU dihasilkan sekitar 5 % polutan padat berupa abu (*fly ash* dan bottom ash), dimana sekitar 80-90% dari total abu yang dihasilkan adalah *fly ash* (Wardani, 2008). Artinya ketersediaan limbah *fly ash* sangat banyak. *Fly ash* dari PLTU kini dapat

digunakan dan dapat disetarakan dengan zeolit jika memiliki kandungan alumina-silika yang cukup tinggi dan kandungan karbon yang rendah (majarimagazine.com). *Fly ash* memiliki kemampuan untuk menyerap kandungan uap air, sehingga *Fly Ash* dengan modifikasi sifat fisik dapat digunakan sebagai adsorben untuk menangkap kandungan uap air (H_2O) yang ada dalam udara.

Kemampuan *fly ash* dalam meningkatkan kualitas proses pembakaran telah dibuktikan oleh Rilham pada tahun 2012. Rilham menggunakan *fly ash* bentuk pelet pada sepeda motor 4-langkah dan diperoleh penghematan konsumsi bahan bakar sebesar 22,34% pada *road test* dan 19,56% pada pengujian stasioner (Rilham, 2012). Namun, pada penelitian tersebut belum dilakukan analisa pengaruh jenis air yang digunakan dan kondisi aktivasi dari pelet *fly ash* terhadap nilai optimumnya. Untuk itu, peneliti ingin mengamati pengaruh kedua hal tersebut

sehingga diperoleh hasil optimum dari *fly ash* sebagai adsorben udara pembakaran untuk meningkatkan prestasi mesin kendaraan bermotor.

METODE PENELITIAN

Persiapan Pelet *Fly Ash*

Fly ash diayak dengan ukuran 100 mesh untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam. Komposisi campuran yang digunakan untuk pembuatan pelet yaitu 64 gram *fly ash*, 32 ml air, dan 4 gram tapioka. Kemudian campuran awal, yaitu aquades dengan tapioka dimasak hingga campuran tersebut berbentuk seperti lem. Selanjutnya campuran tersebut diaduk dengan *fly ash* hingga menjadi campuran yang kalis. Kemudian campuran tersebut diratakan dengan menggunakan ampia dan mencetak *fly ash* pelet dengan ukuran diameter lebar 10 mm dan tebal 3 mm. Hasil cetakan *fly ash* pelet tersebut dijemur pada temperatur lingkungan hingga *fly ash* kering setelah itu baru dilakukan aktivasi fisik dengan oven.



Gambar 1. Proses Pembuatan Pelet *Fly Ash*

Setelah diaktivasi fisik, *fly ash* pelet tersebut kemudian dirangkai pada kawat strimin dan diletakkan di saringan udara sepeda motor. Selanjutnya melakukan pengujian dengan menggunakan pelet *fly ash* tersebut pada saringan udara Honda Absolute Revo.



Gambar 2. Rangkaian Pelet *Fly Ash*

Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan dua kondisi, yaitu

dengan pelet *Fly Ash* dan tanpa pelet *Fly Ash*. Adapun pengujian prestasi mesin yang dilakukan yaitu :

1. Pengujian berjalan

Pengujian berjalan dibagi menjadi dua, yaitu :

Road test

pengujian dilakukan untuk mengukur konsumsi bahan bakar yang terpakai pada tangki buatan 250 ml pada kecepatan rata-rata 50 km/jam dengan jarak 5,7 km.

Uji akselerasi (0 – 80 km/jam)

Motor yang telah dinyalakan harus dalam keadaan berhenti (0 km/jam). Ketika gas mulai ditekan, *stopwatch* mulai diaktifkan. Setelah sampai pada kecepatan yang diinginkan (80 km/jam), *stopwatch* dinon-aktifkan kemudian dicatat waktu tempuhnya. Untuk mencapai kecepatan yang diinginkan (80 km/jm), pengendara melakukan perpindahan gigi yang teratur dan sesuai setiap pengujian.

2. Pengujian stasioner

Pengujian stasioner dilakukan untuk mengetahui konsumsi bahan bakar pada putaran mesin 1000 rpm, 3000 rpm, dan 5000 rpm selama 10 menit.

Pengujian berjalan dan stasioner dilakukan untuk menentukan variasi terbaik. Adapun variasi pembuatan pelet *fly Ash* yang digunakan yaitu variasi komposisi, jenis air, dan kondisi aktivasi. Kemudian setiap variabel yang telah ditentukan sebagai variabel terbaik dari hasil pengujian akan menjadi variabel tetap untuk menentukan variabel terbaik pada variasi berikutnya.

Menentukan air perendaman zeolit terbaik

Air yang digunakan adalah air sumur yang diberikan perlakuan perendaman zeolit dengan variasi massa zeolit dan waktu perendaman zeolit.

Menentukan massa perendaman zeolit

Variasi massa zeolit yang dipakai untuk perendaman yaitu 10% (Z_{10}), 20% (Z_{20})

dan 30% (Z_{30}) dari volume total air dan waktu perendaman awal yang digunakan yaitu 12 jam.

Menentukan waktu perendaman zeolit

Variasi waktu perendaman yang digunakan adalah selama 6 dan 12 jam.

Menentukan Jenis Air yang Paling Efisien

Air yang dibandingkan adalah air aquades dengan air sumur hasil perlakuan perendaman zeolit terbaik.

Menentukan kondisi aktivasi terbaik

Diberikan dua kondisi pada aktivasi, yaitu menentukan temperatur aktivasi dan waktu aktivasi terbaik.

Menentukan temperatur aktivasi terbaik

Temperatur aktivasi yang divariasikan yaitu 150°C , 175°C , 200°C , dan 225°C dengan waktu aktivasi selama 1 jam.

Menentukan waktu aktivasi terbaik

Variasi waktu yang digunakan dalam pengujian ini adalah 1 dan 2 jam.



Gambar 3. Sepeda Motor Uji

3. Uji emisi gas buang

Pellet terbaik berdasarkan hasil pengujian digunakan pada pengujian emisi untuk mengetahui kadar gas buang CO, HC, dan CO_2 . Uji emisi dilakukan pada kondisi stasioner dengan putaran 1000 rpm dan 3000 rpm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

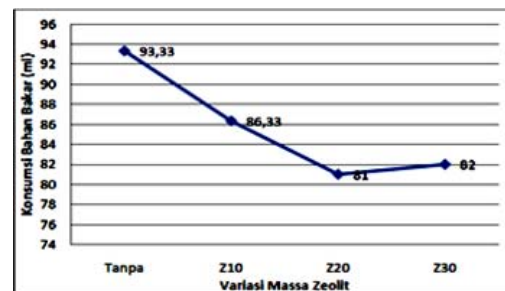
Seluruh pengujian dilakukan pada kondisi cerah dengan suhu 27°C - 31°C dengan tiga

kali pengulangan dan mengambil nilai rata-ratanya.

Menentukan Air Perendaman Zeolit Terbaik

Menentukan massa zeolit terbaik

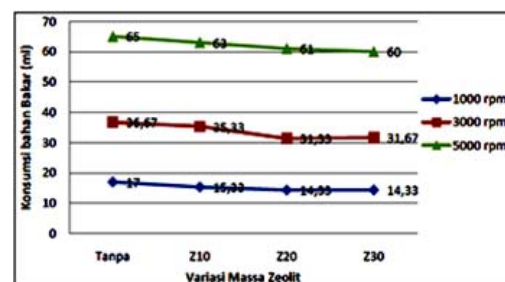
Data hasil pengujian dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 4. Konsumsi Bahan Bakar Pada *Road Test*



Gambar 5. Waktu Tempuh Pada Pengujian Akselerasi

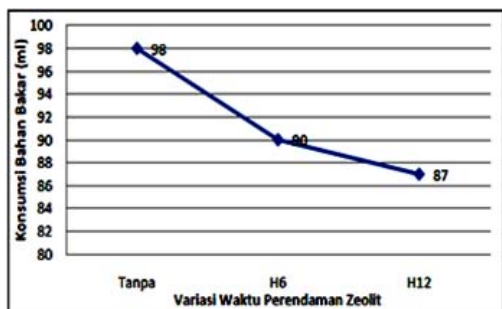


Gambar 6. Konsumsi Bahan Bakar Pengujian Stasioner

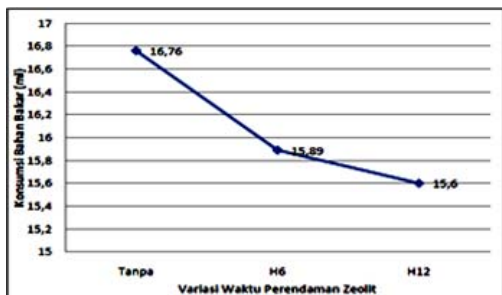
Berdasarkan data hasil pengujian maka Z_{20} merupakan variasi massa perendaman zeolit terbaik dengan penghematan bahan bakar pada *road test* mencapai 13,21% (hemat 12,33 ml). Kemudian penghematan bahan bakar pada

pengujian stasioner pada putaran 1000 rpm sebesar 15,70% (hemat 2,67 ml), 3000 rpm sebesar 14,56% (hemat 5,34 ml) dan 5000 rpm sebesar 6,15% (hemat 4 ml) serta pengurangan waktu tempuh 0-80 km/jam sebesar 12% (lebih cepat 2,01 detik).

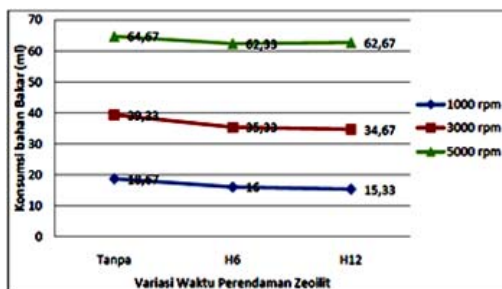
Menentukan waktu perendaman zeolit terbaik



Gambar 7. Konsumsi Bahan Bakar Pada Road Test



Gambar 8. Waktu Tempuh Pada Pengujian Akselerasi



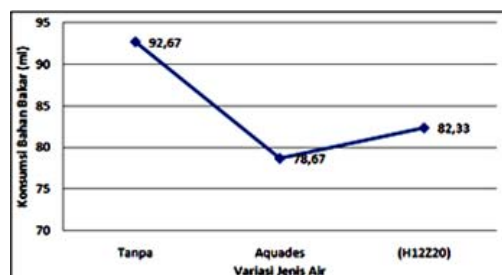
Gambar 9. Konsumsi Bahan Bakar Pengujian Stasioner

Variasi waktu perendaman terbaik berdasarkan hasil pengujian adalah H_{12} dengan penghematan bahan bakar pada road test mencapai 11,22% (hemat 11 ml) dan penghematan bahan bakar pada pengujian

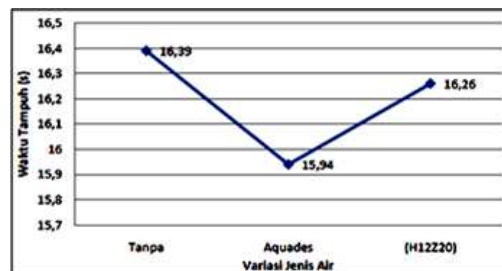
stasioner pada putaran 1000 rpm sebesar 17,89% (hemat 3,34 ml), 3000 rpm sebesar 11,84% (hemat 4,66 ml) dan 5000 rpm sebesar 3,09% (hemat 2 ml) serta pengurangan waktu tempuh 0-80 km/jam sebesar 6,92% (lebih cepat 1,16 detik).

Menentukan Jenis Air yang Paling Efisien

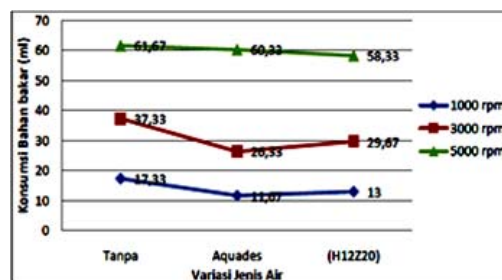
Air yang dibandingkan adalah air aquades dengan air sumur hasil perendaman zeolit terbaik $H_{12}Z_{20}$.



Gambar 10. Konsumsi Bahan Bakar Pada Road Test



Gambar 11. Waktu Tempuh Pada Pengujian Akselerasi



Gambar 12. Konsumsi Bahan Bakar Pengujian Stasioner

Tampak bahwa prestasi mesin terbaik yang dihasilkan secara keseluruhan dari data-data hasil pengujian di atas adalah dengan menggunakan aquades sebagai campuran

komposisi pembuatan pelet *Fly Ash*. Terjadi penghematan bahan bakar pada *road test* mencapai 15,10% (hemat 14 ml) dan penghematan bahan bakar pada pengujian stasioner pada putaran 1000 rpm sebesar 32,66% (hemat 5,66 ml), 3000 rpm sebesar 26,33% (hemat 11 ml) dan 5000 rpm sebesar 2,17% (hemat 1,34 ml) serta pengurangan waktu tempuh 0-80 km/jam sebesar 2,72% (lebih cepat 0,45 detik).

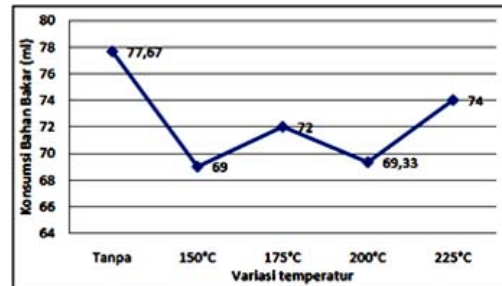
Namun pada penelitian ini, peneliti menentukan bahwa jenis air yang paling efisien digunakan pada komposisi campuran pembuatan pelet *fly Ash* adalah air hasil perendaman zeolit $H_{12}Z_{20}$. Hal ini didasarkan pada efisiensi *cost* yang harus dikeluarkan jika membuat pelet *Fly Ash* dalam jumlah yang banyak jika menggunakan aquades sedangkan data hasil pengujian air hasil perendaman zeolit tersebut tidak berbeda terlalu jauh dari data hasil pengujian dengan menggunakan aquades. Pada *road test*, dengan menggunakan air hasil perendaman zeolit $H_{12}Z_{20}$ terjadi penghematan konsumsi bahan bakar sebesar 11,15% (hemat 10,34 ml) dan penghematan bahan bakar pada pengujian stasioner pada putaran 1000 rpm sebesar 24,98% (hemat 4,33 ml), 3000 rpm sebesar 29,46% (hemat 7,66 ml) dan 5000 rpm sebesar 5,42% (hemat 3,34 ml) serta pengurangan waktu tempuh 0-80 km/jam sebesar 0,79% (hemat 0,13 detik).

Menentukan Kondisi Aktivasi Terbaik

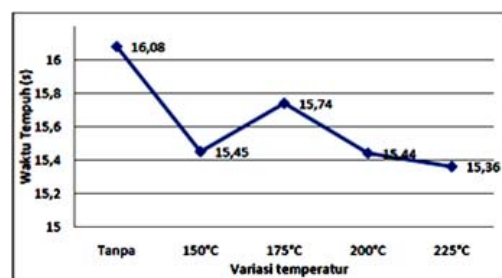
Menentukan temperatur aktivasi terbaik

Setelah dilakukan pengujian maka diperoleh data terbaik yang bervariasi. Pengurangan konsumsi bahan bakar terbaik untuk *road test* adalah pada temperatur 150°C yaitu sebesar 11,16% (hemat 8,67 ml). Berikutnya pengurangan konsumsi bahan bakar terbaik untuk pengujian stasioner secara keseluruhan terjadi pada temperatur 200°C dengan penghematan konsumsi bahan bakar pada 1000 rpm sebesar 16,98% (hemat 3 ml), pada 3000 rpm sebesar 12,25% (hemat 4,33 ml) dan pada 5000 rpm sebesar 9,78% (hemat 6,33 ml). Pada pengujian akselerasi yang terbaik terjadi pada temperatur 225°C yaitu dengan pengurangan waktu tempuh sebesar 4,47% (lebih cepat 0,72

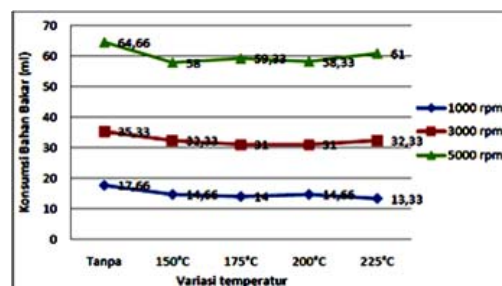
detik).



Gambar 13. Konsumsi Bahan Bakar Pada *Road Test*



Gambar 14. Waktu Tempuh Pada Pengujian Akselerasi



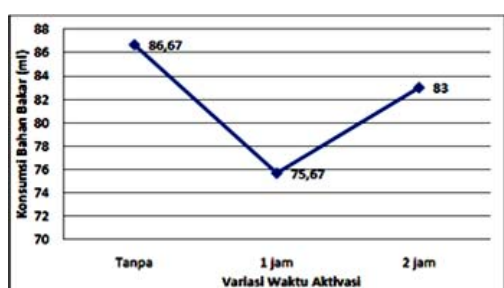
Gambar 15. Konsumsi Bahan Bakar Pengujian Stasioner

Kemudian diperoleh tekstur pelet dengan aktivasi 150°C, 175°C, 200°C dan 225°C berbeda-beda. Tekstur dan tingkat kekerasan dari pelet *Fly Ash* terbaik diperoleh pada temperatur 150°C. Pada temperatur 175°C dan 225°C tekstur pelet secara fisik cenderung kurang kuat (mudah patah) dan agak menyerbuk. Sedangkan pada temperatur 200°C tekstur pelet secara fisik cenderung kurang kuat (mudah patah) namun tidak menyerbuk.

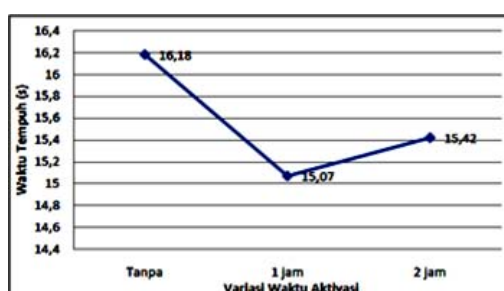
Sehingga berdasarkan prestasi mesin, tekstur dan tingkat kekerasan dari pelet *Fly Ash* maka temperatur aktivasi terbaik secara keseluruhan

adalah pada temperatur 150°C dengan penghematan bahan bakar pada *road test* mencapai 11,16% (hemat 8,67 ml) dan penghematan bahan bakar pada pengujian stasioner pada putaran 1000 rpm sebesar 16,98% (hemat 3 ml), 3000 rpm sebesar 8,49% (hemat 3 ml) dan 5000 rpm sebesar 10,30% (hemat 6,66 ml) serta pengurangan waktu tempuh (0 - 80 km/jam) sebesar 3,91% (lebih cepat 0,63 detik).

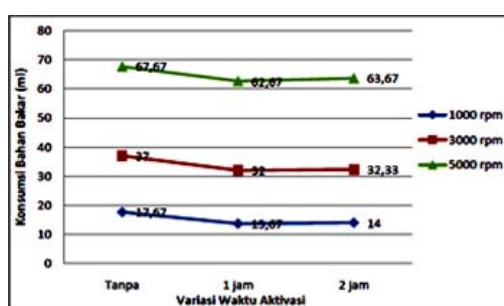
Menentukan waktu aktivasi terbaik



Gambar 16. Konsumsi Bahan Bakar Pada Road Test



Gambar 17. Waktu Tempuh Pada Pengujian Akselerasi



Gambar 18. Konsumsi Bahan Bakar Pengujian Stasioner

Setelah dilakukan aktivasi dengan dua variasi waktu maka diketahui bahwa tekstur pelet

dengan aktivasi selama 1 jam dan 2 jam berbeda-beda. Tekstur pelet padat (tidak menyerbuk) dan kuat (tidak mudah patah) dihasilkan pada waktu aktivasi selama 1 jam. Sedangkan pada waktu aktivasi selama 2 jam, tekstur pelet yang dihasilkan cenderung kurang kuat (mudah patah) dan agak menyerbuk. Berikut data hasil pengujiannya.

Berdasarkan prestasi mesin, tekstur dan tingkat kekuatan dari pelet *Fly Ash*, maka waktu aktivasi terbaik adalah 1 jam dengan penghematan bahan bakar pada *road test* mencapai 12,69% (hemat 11 ml) dan penghematan bahan bakar pada pengujian stasioner pada putaran 1000 rpm sebesar 22,65% (hemat 4 ml), 3000 rpm sebesar 13,51% (hemat 5 ml) dan 5000 rpm sebesar 7,38% (hemat 5 ml) serta pengurangan waktu tempuh (0 - 80 km/jam) sebesar 6,86% (lebih cepat 1,11 detik).

Uji Emisi Gas Buang

Tabel 1. Data Uji Emisi Pada Putaran 1000 rpm

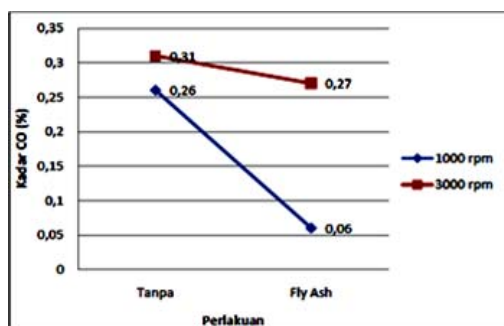
Perlakuan	Pengujian ke-	Emisi Gas Buang (1000 rpm)			Rata-rata		
		CO %	HC ppm	CO2 %	CO %	HC ppm	CO2 %
Tanpa	1	0,27	1414	1,4	0,26	1373,67	1,53
	2	0,28	1322	1,5			
	3	0,22	1385	1,7			
Fly Ash	1	0,11	1342	1,6	0,06	1350,33	1,53
	2	0,04	1331	1,5			
	3	0,04	1378	1,5			
Selisih =					-76,92%	-1,69%	0

Tabel 2. Data Uji Emisi Pada Putaran 3000 rpm

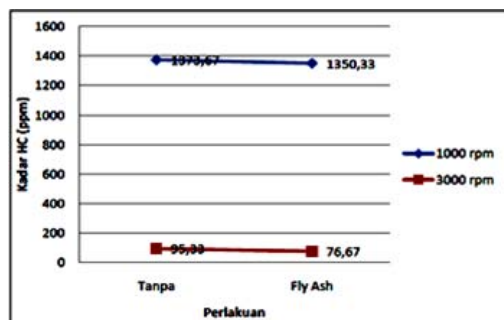
Perlakuan	Pengujian ke-	Emisi Gas Buang (3000 rpm)			Rata-rata		
		CO %	HC ppm	CO2 %	CO %	HC ppm	CO2 %
Tanpa	1	0,31	114	3,8	0,31	95,33	3,67
	2	0,31	87	3,6			
	3	0,31	85	3,6			
Fly Ash	1	0,28	89	3,6	0,27	76,67	3,83
	2	0,29	80	3,8			
	3	0,23	61	4,1			
Selisih =					-12,90%	-19,57%	+4,36%

Dari data-data hasil pengujian emisi di bawah ini, tampak bahwa penggunaan pelet *Fly Ash* pada *filter* udara sepeda motor 4-langkah (Honda Absolute Revo 110cc) dapat

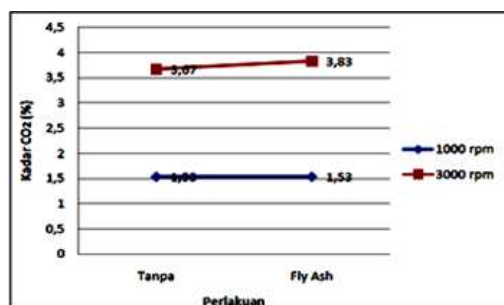
mengurangi kandungan emisi gas buang berbahaya seperti CO dan HC dan meningkatkan kandungan CO₂. Sehingga dengan penggunaan pelet *Fly Ash*, pengurangan kadar CO yang paling efektif terjadi pada putaran 1000 rpm dengan pengurangan kadar CO hingga 76,92% dan untuk pengurangan kadar HC yang paling efektif terjadi pada putaran 3000 rpm dengan pengurangan kadar HC hingga 19,57%. Sedangkan penggunaan pelet *fly Ash* untuk meningkatkan kadar CO₂ yang paling efektif adalah pada putaran 3000 rpm dengan peningkatan kadar CO₂ hingga 4,36%.



Gambar 19. Kadar CO Hasil Pengujian Emisi



Gambar 20. Kadar HC Hasil Pengujian Emisi



Gambar 21. Kadar CO₂ Hasil Pengujian Emisi

KESIMPULAN

Variasi komposisi, jenis air dan kondisi aktivasi pada proses pembuatan adsorben *Fly Ash* terbukti berpengaruh terhadap prestasi mesin dan kandungan emisi gas buang sepeda motor bensin karburator 4-langkah (Honda Absolute Revo).

Selanjutnya, komposisi A₃₂, temperatur 150⁰C, dan waktu aktivasi 1 jam merupakan yang terbaik serta air hasil perendaman zeolit H₁₂Z₂₀ merupakan jenis air yang paling efisien digunakan dalam penelitian ini dengan penghematan bahan bakar pada *road test* sebesar 12,69% dan pada pengujian stasioner hingga 22,65%. Kemudian mampu mempercepat akselerasi (0 - 80 km/jam) sebesar 6,86% serta mengurangi kadar CO sebesar 76,92% dan mengurangi kadar HC sebesar 19,57% serta meningkatkan kadar CO₂ sebesar 4,36%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] agusadharry.wordpress.com. 2011. <http://agusadharry.wordpress.com/2011/05/11/perang-minyak-dunia/>. Diakses tanggal 17 Januari 2013.
- [2] majarimagazine.com. 2008. <http://majarimagazine.com/2008/06abu-terbang-batubara-sebagai-adsorben.html>. Diakses tanggal 21 Januari 2013.
- [3] Purwanta,Dimas Rilham. 2012. Pengaruh Aplikasi *Fly Ash* Bentuk Pelet Perekat yang Diaktivasi Fisik Terhadap Prestasi Mesin dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Bensin 4-Langkah. Skripsi Sarjana Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- [4] Wardani SPR., 2008, Pemanfaatan Limbah Batu Bara (fly ash) untuk Stabilitas Tanah Maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan. Pidato Pengukuhan Guru Besar Pada fakultas Teknik universitas Diponegoro, Semarang.
- [5] Wardono,H. 2004. Modul Pembelajaran Motor Bakar 4-Langkah. Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Bandar Lampung.